

Excellente tenue en température de la passivation d'un wafer c-Si passivé par une couche de a-Si:H dopé p grâce au bombardement ionique

A. Defresne^{1,2}, O. Plantevin¹, Pere Roca i Cabarrocas².

¹ CSNSM, CNRS-IN2P3, Université Paris-Saclay, 91405 Orsay Campus, France.

² LPICM, CNRS, Ecole Polytechnique, Université Paris-Saclay, 91128 Palaiseau, France.

Les cellules solaires à hétérojonction a-Si:H/c-Si ont atteint un rendement record de 24.7% (17% en industrie) [1]. La passivation de ces cellules solaires HIT est la clé pour obtenir une haute efficacité. La discontinuité brusque de la structure cristalline à l'interface amorphe / cristal induit une forte densité de liaisons pendantes créant une grande densité de défauts dans la bande interdite. Ces défauts sont des centres de recombinaison pour les paires électron-trou créées dans le c-Si lors de l'illumination. Différentes couches diélectriques peuvent être utilisées pour passiver les wafers dopés n et dopés p. Tel que, le SiO₂ réalisé par croissance thermique, l'Al₂O₃ déposé par ALD, le SiN_x et l'a-Si:H déposés par PECVD. Chaque technique a ses avantages et ses inconvénients. La couche de passivation la plus polyvalente est a-Si:H [2], elle peut passiver aussi bien les wafers dopés n que les wafers dopés p. De plus elle est peu coûteuse en énergie car sa croissance est réalisée à une température inférieure à 200°C. L'inconvénient de cette couche de passivation est que lorsqu'elle est dopée p elle ne supporte pas des températures supérieures à 200°C [3]. Cependant, afin d'avoir un bon contact électrique, soit une couche de TCO avec une bonne qualité optique et électrique ainsi que des électrodes métalliques avec un bon contact ohmique, il est souhaitable de recuire à haute température, parfois recuire jusqu'à 500°C [4].

Nous avons implanté, à l'aide de l'implanteur IRMA du CSNSM, des ions Argon de façon contrôlée dans des précurseurs de cellules solaires synthétisées au LPICM. Nous avons effectué différentes irradiations à des énergies comprises entre 5 et 30 keV, pour contrôler la profondeur à laquelle nous créons les défauts. En variant la fluence entre 10¹² Ar.cm⁻² et 10¹⁵ Ar.cm⁻² nous contrôlons la concentration de défauts créés. Nous montrons qu'une irradiation à une énergie de 5 keV avec une fluence de 10¹⁵ Ar.cm⁻² n'est pas suffisante pour endommager significativement le précurseur de cellule solaire. La durée de vie effective des porteurs minoritaires mesurée à l'aide d'un Sinton Consulting (WT-120) passe de 2,6 ms à 2,4 ms après irradiation. En revanche une énergie de 10 keV avec une fluence de 10¹⁴ Ar.cm⁻² ou une énergie de 17 keV avec une fluence de 10¹² Ar.cm⁻² est suffisante pour dégrader la durée de vie de plus de 85% [5].

Suite aux irradiations les cellules solaires ont été recuites sous atmosphère contrôlée à différentes températures. Nous avons découvert que le recuit permet de guérir les défauts introduits par l'irradiation. Qui plus est, dans certaines conditions, nous obtenons des durées de vie après irradiation et recuit supérieures aux durées de vies initiales. Enfin que nous conservons des durées de vies supérieures à 1 ms même avec des recuits jusqu'à 400°C.

(Ces résultats font parties d'un brevet déposé le 7 septembre 2015).

- [1] M. Taguchi et al, "24.7% Record Efficiency HIT Solar Cell on Thin Silicon Wafer", IEEE J. Photovolt., 4, 96–99, (2014).
- [2] A.G. Aberle, "Surface passivation of crystalline silicon solar cells: A review", Prog. Photovolt. : Res. Appl., 8, 473-487, (2000).
- [3] J.W.A. Schüttauf et al, "Improving the performance of amorphous and crystalline silicon heterojunction solar cells by monitoring surface passivation", J. Non-Cryst. Solids, 358, 2245-2248, (2012).
- [4] J.-S. Cho et al, "Effect of nanotextured back reflectors on light trapping in flexible silicon thin-film solar cells", Sol. Energy Mater. Sol. Cells, 102, 50-57, (2012).
- [5] A. Defresne et al, "Interface defects in a-Si:H/c-Si heterojunction solar cells", Nucl. Instr. Meth. Phys. Res. B (IBMM 2014).